

## PRODUCTION OF BOLT

**Publication number:** JP6114859

**Publication date:** 1994-04-26

**Inventor:** HOSOI KEIZO; IKEDA TAKESHI

**Applicant:** ASAHI CHEMICAL IND

**Classification:**

**- international:** **B29C43/02; B29C43/36; B29D1/00; F16B35/00;**  
**B29K105/12; B29L1/00; B29C43/02; B29C43/36;**  
**B29D1/00; F16B35/00;** (IPC1-7): B29C43/02; B29D1/00;  
F16B35/00; B29K105/12; B29L1/00

**- European:** B29C43/02B; B29C43/36C

**Application number:** JP19920267107 19921006

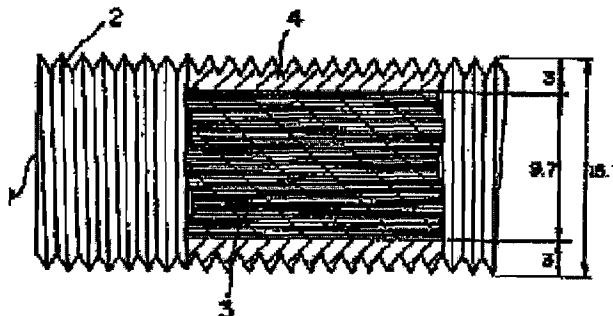
**Priority number(s):** JP19920267107 19921006

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP6114859

**PURPOSE:** To easily produce a lightweight tough bolt made of FRP having high strength and enhanced in the shearing strength of its screw thread in stable quality.

**CONSTITUTION:** A mixture consisting of long reinforcing fibers and thermoplastic polymer fibers arranged in one direction is used as a core material 3 and the outer layer part of the core material is surrounded by a cylindrical structure of a composite sheet wherein thermoplastic polymer fibers are infiltrated in the interstices of long reinforcing fibers constituting a planer aggregate to be integrally entangled with the long reinforcing fibers to form a preform. This preform is molded into a rod shape and a screw thread 2 is formed to the surface layer of the molded rod using a mold to produce a bolt 1 made of FRP.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-114859

(43) 公開日 平成6年(1994)4月26日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	弁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 43/02		7365-4F		
B 2 9 D 1/00		2126-4F		
F 1 6 B 35/00	J	7127-3J		
// B 2 9 K 105:12				
B 2 9 L 1:00		4F		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-267107

(22) 出願日 平成4年(1992)10月6日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 細井 啓造

滋賀県守山市小島町515番地 旭化成工業  
株式会社内

(72) 発明者 池田 毅

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号  
新旭化成カーボンファイバー株式会社内

(54) 【発明の名称】 ボルトの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 軽量で高強度でかつネジ山のせん断強度が高い強靱なFRP製ボルトを、容易にかつ安定した品質で製造する方法を提供する。

【構成】 一方向に引揃えられた強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の混合物を芯材として、その外層部を、熱可塑性重合体繊維が平面状集合体を構成する強化用長繊維の間に入り込んで交絡一体化している複合シートの筒状組織体で取囲んでなるプリフォームを、棒状に成形したのち、型を用いて表面層にネジ山を形成させることを特徴とするFRP製ボルトの製造方法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方向に引揃えられた強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の混合物を芯材とし、その外側を、一方向に引揃えられた強化用長繊維から成る平面状繊維集合体と熱可塑性重合体繊維シートから構成される複合シートであって、熱可塑性重合体繊維が平面状繊維集合体を構成する強化用長繊維間に入り込んで交絡一体化されている繊維強化材料用複合シートの筒状組織体で取囲み、得られる多層構造体を棒状の成形品に成形したのち、ネジ成形用の型を用いてネジ山を形成することを特徴とするボルトの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、長繊維で強化された熱可塑性樹脂製ボルトの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】繊維強化合成樹脂製のボルト（以下、FRP製ボルトと称する）は、従来からある金属製のボルトに比較して、軽量でかつ耐蝕性が良好であるため、各種の機械部品として、近年多方面で実用化されつつある。FRP製ボルトの製造方法については、すでにいくつかの提案がなされており、例えば特開昭59-185625号公報には、強化用短繊維と熱可塑性樹脂の混合物から円柱状素材を成形し、その表層部を転造法によりネジ加工する方法が提案されている。しかしこの方法でFRP製ボルトを製造した場合、円柱状素材の成形工程で強化用短繊維の繊維長がきわめて短くなってしまうため、ネジ山の強度が低いという問題があった。

【0003】また特開昭59-158223号公報には、強化用長繊維と熱硬化性樹脂から引抜成形法等で丸棒を成形し、この丸棒にダイスや旋盤でネジ切りを施す方法が開示されている。しかしながらこの方法では、用いた強化用長繊維が、丸棒を機械加工する際にネジ山部分で切断されるため、ボルトの軸部とネジ山の間に強化用繊維のつながりがなくなり、ネジ山のせん断強度がきわめて低いボルトしか得られないという欠点があった。またこの掘削では、機械加工によるネジ切りを行なうため、ボルト製造の生産性が低いという問題があった。

【0004】さらに特開昭59-148635号公報には、一方向に引揃えられた強化用長繊維束に熱硬化性樹脂を含浸させた断面が円形の成形用中間体をつくり、これをボルト成形型に入れ、賦形したのち樹脂を硬化させる方法が提案されている。この方法によって製造されたボルトでは、強化用長繊維は切断されていないが、強化用長繊維が実質的にボルトの軸方向ないしはそれに近い方向にのみ配列されているので、ネジ山の円周方向の強度が低く、そのため衝撃によりネジ山が欠けやすく、また軸部とネジ山の間に強化用長繊維のつながりがいないため、軸部とネジ山部分の層間剥離が起きるという問題があった。

【0005】これらの方法のもつ種々の問題点を解決する方法として、特開平1-259932号公報に、強化用長繊維の三次元編組と各種マトリックスからなる中間体を成形し、ネジ溝を有する押型を用いてこの中間体にネジ山を形成させたのち硬化することを特徴とするボルトの製造方法が提案されている。この方法により製造されたボルトは、軸部とネジ山の間に強化用長繊維のつながりがあるため、ネジ山部のせん断強度が高いという特徴を有するが、その反面この方法では、使用される強化用長繊維のすべてが三次元編組の構成要素となるため、軸方向に配向される強化用長繊維の割合が少なくなり、軸部の引張強度が低下し、その結果ボルトの曲げ強度が低くなるという問題がある。またこの方法では、該中間体の中心部分を含めた全体にわたって強化用長繊維の三次元編組を配置する必要があるため、したがって使用する強化用長繊維の全量を三次元編組に編成しなければならず、プリフォームの製造コストが割高になるという問題を生じる。また熱可塑性樹脂をマトリックスとする場合、特開平1-259932号公報に開示されているようなワイヤーコーティング法により熱可塑性樹脂を強化用長繊維に被覆したプリプレグを用いたのでは、マトリックス樹脂が強化用長繊維束内部に予め入り込んでいないため、熔融した樹脂が高粘度であることと相俟って、成形時に強化用長繊維束への樹脂の含浸性が悪く、均質な構造の成形体を得るためには、温度、圧力等の成形条件を必要以上に苛酷にする必要が生じたり、その結果として熱可塑性樹脂の熱分解が促進されたり、あるいは得られた成形体の強化用長繊維含有率が局部的に大きく変動したり、成形体中にボイドを生じたりするという問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記した従来技術の問題点を解決し、軽量で、引張強度および曲げ強度が高く、かつネジ山のせん断強度が高い強靱なFRP製ボルトを、容易に再現性よく製造する方法を提供するものである。

【0007】

【問題を解決するための手段】本発明の方法は、一方向に引揃えられた強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の混合物を芯材とし、その外側を、一方向に引揃えられた強化用長繊維から成る平面状繊維集合体と熱可塑性重合体繊維シートから構成される複合シートであって、熱可塑性重合体繊維が平面状繊維集合体を構成する強化用長繊維間に入り込んで交絡一体化されている繊維強化材料用複合シートの筒状組織体で取囲み、得られる多層構造体を棒状の成形品に成形したのち、ネジ成形用の型を用いてネジ山を形成することを特徴とするものである。

【0008】本発明の方法において、筒状組織体の編成または織成に使用する熱可塑性樹脂プリプレグ（複合シート）の構成については、特開平3-47713号公報

3

に詳細に記載されているが、好ましい態様の複合シートの製造法の一例を示すと、次の通りである。先づ熱可塑性重合体繊維を所定の長さに切断し、得られた短繊維を水中に分散させたのち、このスラリーを抄造して、短繊維がランダムに配向した短繊維ウェブを作成する。次に強化用長繊維を平面上に一方方向に引揃えたシートを別に準備し、この上面および下面に熱可塑性重合体短繊維ウェブを積層し、一方方向に引揃えた強化用長繊維シートをサンドイッチ状にはさむ。その後、積層シートの上面および下面から高压水噴流をあて、短繊維ウェブを構成する短繊維を強化用長繊維シートの中に入り込ませることにより、強化用長繊維と熱可塑性重合体短繊維が交絡一体化した複合シートを得る。

【0009】この複合シートを構成する強化用長繊維としては、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維、炭化ケイ素繊維などを用いることができ、これらの繊維は単独でまたは組合せて使用することができる。またこの複合シートを構成する熱可塑性重合体繊維のウェブは、短繊維をランダムに、または一方方向に、もしくは多方向に配列させた不織布であっても、長繊維をスワール状に配置した不織布であってもよいが、強化用長繊維シートとの交絡一体化のし易さから、短繊維不織布の使用が好ましい。短繊維不織布を用いる場合、強化用長繊維シートとの交絡一体化のし易さからみて、繊維長は1~100mmの範囲が好ましく、1~50mmの範囲が特に好ましい。

【0010】また短繊維の直径は、100μ以下が好ましく、50μ以下が特に好ましい。マトリックスとなる繊維を形成する熱可塑性重合体としては、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、ポリエーテルイミド等を用いることができる。

【0011】一方、複合シートにおける強化用長繊維の体積含有率( $V_f$ )は、ボルトに要求される物性や強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の組合せにもよるが、通常30~70%の範囲が好ましく、45~60%の範囲が特に好ましい。30%未満の場合十分な強度が出ない。又70%をこえると繊維間に空隙が出来十分な強度が出ない。

【0012】一方、本発明の方法において、芯材として使用することができる一方方向に引揃えられた強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の混合物としては、前記した複合シートをはじめ強化用長繊維束と熱可塑性重合体長繊維束を単に引揃えて集合させたりそれらを部分的に混合したもの、長手方向に引揃えられた強化用長繊維と熱可塑性重合体長繊維との混織織物、これら2種の長繊維を混織した混織糸やこの混織糸を長手方向に配した熱可塑性重合体長繊維との混織織物等をあげることができる。

4

芯材の製造コストを考慮すると、このうち強化用長繊維束と熱可塑性重合体長繊維束を単に引揃えて集合させたりそれらを部分的に混合したものおよび前記した複合シートの使用が実用上好ましく、また軸の中心部まで均質な成形体を得るためには、前記した複合シートの使用が好ましい。

【0013】この混合物を構成する強化用長繊維としては、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維、炭化ケイ素繊維などを、単独でまたは組合せて使用することができる。また熱可塑性重合体繊維としては、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリフェニレンスルフィド、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、ポリエーテルイミド等を構成成分とする短繊維または長繊維を用いることができるが、通常筒状組織体の編成または織成に用いる複合シートを構成する熱可塑性重合体繊維と同一種類の重合体から成る繊維が用いられる。

【0014】またこの混合物における強化用長繊維の $V_f$ は、ボルトに要求される物性や強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の組合せにもよるが、通常30~70%の範囲が好ましく、45~60%の範囲が特に好ましい。本発明で言う一方方向に引揃えられた強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維の混合物を芯材とし、その外側を熱可塑性樹脂プリプレグの筒状組織体で取囲んでなる多層構造体は、筒編機、製紐機または円筒織物織成用の織機を用いて、編成機構または織成機構の中心部分に上記混合物を連続的に供給しながら、この芯材の囲りに、一定の巾にスリットした前記複合シートのテープを筒状に編成または織成することにより製造することができる。テープのスリット巾は、複合シートをスリットする際の作業性および筒状組織体を編成または織成する際の操作性からみて、2~10mmの範囲が好ましく、3~7mmの範囲が特に好ましい。

【0015】製造するボルトのサイズによっては、得られた筒状組織体を芯材として、その囲りに重ねるように、さらに複合テープの筒状組織体を、同様にして一層あるいは多層編成または織成することができる。本発明で言う筒状組織体は、筒編機、製紐機または円筒織物織成用の織機を用いて製造することができ、筒編機を用いると、経テープが数本の緯テープにユニット毎にからんだ構造の筒編物が得られ、製紐機を用いると、複数本のテープが一定の角度で互に交差して螺旋状に配列した編組(組紐)が得られ、また前記織機を用いると、経テープと緯テープが均整に配列した円筒状織物が得られる。本発明の多層構造体において、高いネジ山強度を有しかつ軸部の引張強度が高いボルトを製造するためには、筒状組織体の重量含有率を20~50%の範囲にすることが好ましく、25~40%の範囲にすることが特に好ましい。

【0016】このようにして得られた多層構造体から、棒状の成形品を製造する方法としては、多層構造体を金型に装着し、プレス機を用いて加熱・加圧したのち冷却・固化する方法、多層構造体を引抜成形機に連続的に導き、引抜き成形する方法等があげられる。この際、成形に先立って、多層構造体を、それを構成する熱可塑性重合体のガラス転移点以上でかつ融点以下の温度で加熱・加圧することにより、その嵩密度を予め高くしておくこともできる。

【0017】成形方法は、製造するボルトの形状や数量によって選択され、U字型ボルトを製造する場合には、通常プレス成形法が用いられる。本発明の方法では、このようにして得られた棒状の成形品を、ネジ溝を有する押型に装着し、プレス機を用いて加熱・加圧したのち冷却・固化させ、その表層部にネジ山を形成させることにより、FRP製ボルトを製造することができる。また棒状の成形品を、引抜成形に引続いて、ネジ溝を施した成形用型に連続的に導き、その型を回転させながら引抜き加工することによっても、同様にFRP製ボルトを製造することができる。いずれの場合においても、十分なネジ山強度を得るためには、ネジ溝の深さは、棒状成形体を構成する筒状組織体層の厚みの30～80%の範囲が好ましく、40～65%の範囲が特に好ましい。

【0018】本発明の製造方法では、筒状組織体の編成または織成に使用する複合シートが、強化用長繊維を開織しながら一方向に引揃えたシートに、ランダムに配向した熱可塑性重合体短繊維を交絡一体化させたものであるため、剛性が小さく、かつ複合シートの製造工程で、シートに高圧の流体噴流を作用させるため、もみ作用により強化用長繊維束がよく開織するとともに、強化用長繊維や熱可塑性重合体繊維に付着しているサイジング剤が必然的に除去される結果、きわめて柔軟でドレープ性に富むため、筒編物や組紐への編成作業が容易であるという特徴がある。またこの複合シートから成る編成体を含む多層構造体を用いてボルト製造のための棒状成形品を成形する場合、複合シート中において強化用長繊維と熱可塑性重合体繊維が単糸レベルで混合され交絡一体化しているため、および複合シートの製造工程で強化用長繊維束がもみ作用によりよく開織されかつ表面に付着していたサイジング剤の大部分が除去されているため、マトリックス樹脂が強化用繊維に容易に均一に含浸するという利点がある。強化用繊維への樹脂の含浸性が良好であると、ボルト製造のための棒状成形品を製造する際の成形条件（温度、圧力、時間）がより温和であってもよいことにつながり、成形時の熱履歴が少なく済み、その結果成形品の物性の低下やその変動の原因となる熱可塑性重合体の熱分解が抑制され、品質の安定した高物性のボルトを製造することができる。

【0019】また本発明の方法によって製造されたボルトは、軸部の少なくとも内層部分に、軸方向に平行に配

列された強化用長繊維を含有しているため、曲げ強度が高く、かつ軸部の外層部分とネジ山に筒状に編成または織成された強化用長繊維を含むため、軸部とネジ山の間に強化用長繊維のつながりがあり、ネジ山部分のせん断強度が高いという特徴を有する。

【0020】

【実施例】以下実施例により本発明を説明する。

【0021】

【参考例1】ナイロン6重合体を溶融紡糸して、770デニール/770フィラメントの長繊維を得た。この長繊維を多数本集めて、ギロチン式カッターを用いて、長さ10mmの短繊維にカットした。次にこの短繊維を、ポリアクリルアミドを含む水中に分散させることによりスラリーを作成し、このスラリーを200メッシュの金網を用いて連続的に抄造して、目付50g/m<sup>2</sup>の抄造シートを得た。

【0022】これとは別に、ポリアクリロニトリル系炭素繊維（新旭化成カーボンファイバー社製、ハイカーボン12kf）195本を、クリールから連続的に引出しながら、炭素繊維が一方向に引揃えられた目付150g/m<sup>2</sup>のシートを作成し、このシートの上面と下面に、上記の目付50g/m<sup>2</sup>の抄造シートを配して、炭素繊維シートをサンドイッチ状にはさんだ。このサンドイッチ状シートを、4m/分の速度で移動する200メッシュの金網上に乗せ、このサンドイッチ状のシートの表側と裏側から、5mm間隔で等間隔に並んだ直径0.2mmのノズル500個を有しかつネットの巾方向に5mmの往復運動を150回/分の速度で行なう水噴出装置を用いて、圧力30kg/cm<sup>2</sup>の水流を垂直に当てることにより、ナイロン6短繊維が炭素繊維間に入り込んで交絡一体化した巾500mmの含水複合シートを得た。この含水複合シートを、110℃の熱風乾燥機を用いて、2時間乾燥させることにより、総目付が250g/m<sup>2</sup>、V<sub>f</sub>が50%の複合シートを得た。

【0023】

【参考例2】参考例1の複合シートを、15kg/cm<sup>2</sup>加圧下で、200℃で3分間熱処理することによって、嵩密度を高めた複合シートとした。

【0024】

【実施例1】強化用長繊維が一方向に引揃えられるように配置した複合シート束を芯材とし、その外側に2層から成る複合シートの筒状編組を有する多層構造体を、ボルトをつくるためのプリフォームとして作製した。

芯材：参考例2の複合シートを、スリッターを用いて、巾10mmにスリットしたテープ45本を寄せ集めたもの

内層の筒状編組：参考例1の複合シートを、スリッターを用いて、巾5mmにスリットしたテープを12本使用し、シリンダー内径17mm、ニードル数12本の筒編機を用いて、前記芯材の外側に筒編したもの

外層の筒状編物：同じく参考例1の複合シートを巾5mmにスリットしたテープを12本使用し、シリンドー内径26mm、ニードル数12本の筒編機を用いて、上述の内層の筒状編物の外側にさらに筒編を行なったもの

このようにして、芯材を含めて3層から成る直径、約40mm、重量328g/mの編紐を作製した。  
【0025】このようにして得られたプリフォーム（編紐）を、金型に装着し、プレス機を用いて、10kg/cm<sup>2</sup>の加圧下で、250℃で3分間加熱処理したのち、冷却し、金型から脱型することにより、直径が16.5mmの棒状成形体を作製した。この棒状成形体の表面を、センタレスマシーンを用いて研磨し、直径15.7mmの棒とした。

【0026】次いでこの棒を、2.00mmピッチのネジ溝を有する金型にセットし、プレス機を用いて、250℃で1分間加熱したのち、冷却し、金型から脱型することにより、棒の表層部にネジ山を形成させた。得られたボルトの一部断面図を、図1に示す。このようにして得られたボルトの引張強度を、(株)島津製作所製AG10TA型オートグラフを用いて測定した。引張強度の測定は、厚み18mm、平行部の巾20mmのナットを長さ200mmのボルトのネジ部分の両端に固定して、1mm/分の引張速度で行なった。

【0027】またボルトの曲げ強度の測定を、長さ150mmにカットした全ネジボルトを試験片として、前記オートグラフを用いて、スパン間距離100mmの3点曲げ法によって行なった。さらにボルトのトルク強度を、長さ50mmにカットした全ネジボルトを試験片として、カノン社製のトルク試験機を用いて、JIS B 4650に準拠して測定した。

【0028】なお、引張強度の変動率は、20本のボルトについて測定した結果にもとづいて算定した。得られた結果を、まとめて表1に示す。次にこのようにして得られたM16ボルトを長さ方向に垂直に3ヶ所切断し、その切断面を研磨して光学顕微鏡にて観察したところ、いづれの部分についても樹脂の未含浸部分や空洞は全く観察されずかつ炭素繊維が均一に分布したものであった。

【0029】

【比較例1】800TEXの炭素繊維ヤーン251本

と、1,260デニール/ヤーンのナイロン6ヤーン913本を単に引揃えた繊維集合体のみを原材料として用いたほかはすべて実施例1と同様にして、FRP製ボルトを作製し、その物性を測定した。測定結果を、表1にまとめて示す。また実施例1と同様にしてボルトの断面を観察したところ、炭素繊維間にナイロン6樹脂が完全には含浸されていない部分が一部に観察され、さらに炭素繊維の含有率が高い部分と、その含有率が低い部分が、全体にわたって観察された。

【0030】

【実施例2】芯材として、800TEXの炭素繊維ヤーン87本と、1,260デニール/ヤーンのナイロン6ヤーン315本を引揃えて使用したほかはすべて実施例1と同様にして、芯材を含めて3層から成る直径が約40mm、重量が328g/mの編紐を作成した。

【0031】このようにして得られたプリフォームを、三段の金型を有する引抜成形機に導き、3cm/分の速度で引抜成形することによって、直径が16.5mmの棒状成形体を作製した。

第一段金型：長さ1.5m

温度180℃

穴の径40mm

第二段金型：長さ1.5m

温度250℃

穴の径15.8mm

第三段金型：長さ1.0m

温度160℃

穴の径15.7mm

この棒状成形体から、実施例1と同様にしてFRP製ボルトを作製し、その物性を測定した。物性測定結果を、表1にまとめて示す。

【0032】

【比較例2】800TEXの炭素繊維ヤーン251本と、1,260デニール/ヤーンのナイロン6ヤーン913本を単に引揃えた繊維集合体のみを原材料として用いたほかはすべて実施例2と同様にして、FRP製ボルトを作製し、その物性を測定した。物性測定結果を、表1にまとめて示す。

【0033】

【表1】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
引 張 強 度 (kg)	3,200	3,800	1,800	2,100
曲 げ 強 度 (kg/mm <sup>2</sup> )	390	480	320	330
ト ル ク 強 度 (kg・cm)	750	850	350	365
引張強度の変動率 (%)	7.3	9.1	12.3	11.5

【0034】

【発明の効果】本発明の製造方法によれば、軽量で高強度でかつネジ山部分のせん断強度が高い強靱なFRP製ボルトを、容易にかつ安定した品質で製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法により製造された実施例1のもと

づくボルトの一部断面図である。(単位:mm)

【符号の説明】

- 1 ボルト
- 2 ネジ山
- 3 芯材層
- 4 筒状編物層

【図1】

